

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-025490
(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G11B 7/125

G11B 7/24

(21)Application number : 09-174204

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1997

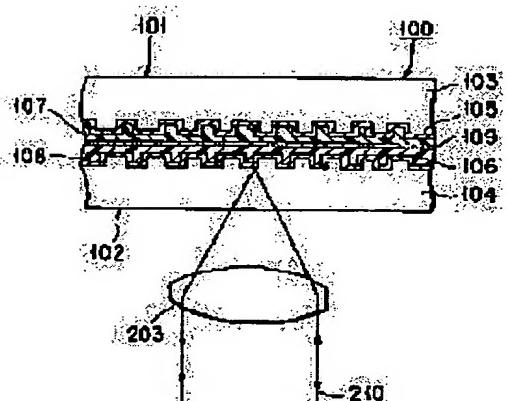
(72)Inventor : ISHIBASHI YORIYUKI

(54) OPTICAL DISK AND OPTICAL DISK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical disk and an optical disk device making the reduction of coma aberration and the non-interference condition compatible and capable of miniaturizing the diameter of a beam spot by increasing the numerical aperture.

SOLUTION: This device has a structure superposing two substrates 101, 102 of thickness (h), recording/reproduction is performed by irradiating an optical disk, provided with a reflection layer in which a signal pit is formed on a part separated by almost (h) from the front surface of at least one substrate, with a laser beam 210 through an objective lens 203 and the focusing error of the objective lens is detected by using a part of the reflected light beam. By representing the central wavelength of laser beam by λ_0 , the half-value width of laser beam by $\Delta\lambda$, the numerical aperture of the objective lens by NA, the refractive index of substrate material by n2, the reference value of coma aberration ΔW generated by the tilt θ of the substrate by ΔW_c ($=\lambda_0/14$) and coefficient therein by f (n2, θ), the thickness (h) satisfies the relation: $\lambda_0/2/[2.\Delta\lambda(n_2-NA^2)] \leq h \leq \Delta W_c/[f(n_2, \theta).NA^3]$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-25490

(43)公開日 平成11年(1999)1月29日

(51)Int.Cl.⁶

G 11 B 7/125
7/24

識別記号

5 4 1

F I

G 11 B 7/125
7/24

B

5 4 1 D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-174204

(22)出願日

平成9年(1997)6月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 石橋 賴幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

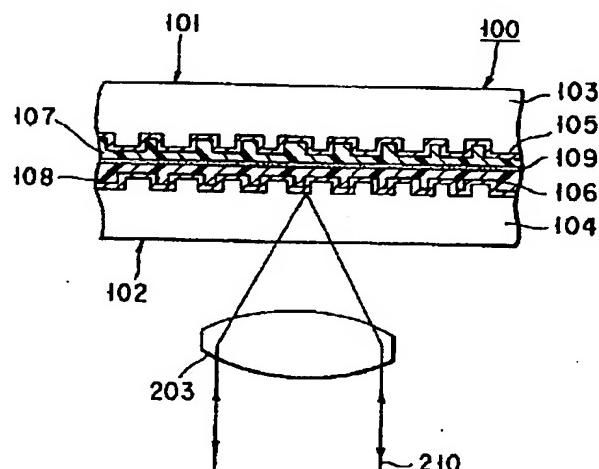
(54)【発明の名称】 光ディスクおよび光ディスク装置

(57)【要約】

【課題】コマ収差の低減と非干渉の条件とを両立させ、かつ高NA化でビームスポット径の縮小化を実現できる光ディスク及び光ディスク装置を提供する。

【解決手段】厚みがhの基板101、102を2枚重ねた構造であって、少なくとも一方には表面からほぼhの部分に信号ビットの形成される反射層が設けられた光ディスクに、対物レンズ203を介してレーザ光210を照射して記録・再生を行うとともに、反射光の一部を使って対物レンズのフォーカスエラーを検出するようにした光ディスク装置において、レーザ光の中心波長を入
れ、レーザ光の半価幅を△λ、対物レンズの開口数をNA、基板材質の屈折率をn_z、基板の傾きθにより発生するコマ収差△Wの基準値を△W_c (=λ₀ / 14) 及びその中の係数をf(n_z, θ)としたとき、前記厚みhが下式を満たしている。

$$\lambda_0^2 / \{2 \cdot \Delta\lambda (n_z^2 - NA^2)^{0.5}\} \leq h \leq \Delta W_c / \{f(n_z, \theta) \cdot NA^2\}$$



【特許請求の範囲】

【請求項1】厚みが h の基板を2枚重ねた構造であって、少なくとも一方の基板には表面からほぼ距離 h の位置に信号ピットの形成される反射層を備え、レーザ光源から出た光が対物レンズを介して前記反射層に向けて照射されたときに情報の記録あるいは再生に寄与するとともに、前記反射層からの反射レーザ光の一部を前記対物レンズのフォーカスエラー検出用に提供する光ディスクにおいて、

前記レーザ光の中心波長を λ 、前記レーザ光の半値幅を $\Delta\lambda$ 、前記対物レンズの開口数をNA、前記基板材質の屈折率を n_2 、前記基板の傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値を ΔW_c ($= \lambda / 14$) 及びその中の係数を $f(n_2, \theta)$ としたとき、前記厚み h が下式を満たしていることを特徴とする光ディスク。

$$\lambda 0^2 / \{2 \cdot \Delta\lambda (n_2^2 - NA^2)^{0.5}\} \leq h \leq \Delta W_c / \{f(n_2, \theta) \cdot NA^3\}$$

ただし、 $\Delta W \leq \Delta W_c$ ($= \lambda / 14$)

【請求項2】厚みが h の基板を2枚重ねた構造であって、少なくとも一方の基板には表面からの距離がほぼ h の部分に信号ピットの形成される反射層が設けられた光ディスクに、レーザ光源から出た光を対物レンズを介して照射し、この照射によって上記光ディスク上で情報の記録あるいは再生を行うとともに、前記反射層から反射するレーザ光の一部を検知して得られる信号に基づいて前記対物レンズのフォーカスエラーを検出するように構成した光ディスク装置において、

前記レーザ光の中心波長を λ 、前記レーザ光の半値幅を $\Delta\lambda$ 、前記対物レンズの開口数をNA、前記基板材質の屈折率を n_2 、前記基板の傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値を ΔW_c ($= \lambda / 14$) 及びその中の係数を $f(n_2, \theta)$ としたとき、前記厚み h が下式を満たしていることを特徴とする光ディスク装置。

$$\lambda 0^2 / \{2 \cdot \Delta\lambda (n_2^2 - NA^2)^{0.5}\} \leq h \leq \Delta W_c / \{f(n_2, \theta) \cdot NA^3\}$$

ただし、 $\Delta W \leq \Delta W_c$ ($= \lambda / 14$)

【請求項3】前記レーザ光は、パワースペクトルの中心波長 λ が $410(\text{nm}) \sim 420(\text{nm})$ の範囲にあり、 $0.105(\text{nm})$ 程度以上の半幅値 $\Delta\lambda$ を備えていることを特徴とする請求項2に記載の光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディジタル・ヴァーサタル・ディスク (Digital Versatile Disc、以後、DVDと略記する) と呼ばれている光ディスク及びこれを用いる光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ディジタル信号処理技術、光ディスク製作技術、光ディスクへの記録技術が飛躍的に進歩した。このような技術の進歩に伴って、最近では、従来

のコンパクトディスク（以後、CDと略記する）と同等のサイズであるにも拘わらず、記録容量を数倍に大きくした光ディスクが出現している。

【0003】この新しいタイプの光ディスクは、音声、画像、プログラム、コンピュータ用データ等の情報をデジタル信号を用いて記録・再生するもので、一般に、DVDと呼称されている。このDVDについては、すでに世界的な規格で規格（以後、DVD規格と略記する）が制定されており、マルチメディア時代にふさわしい汎用性に富んだ記録媒体として大いに期待されている。

【0004】DVD規格によると、DVDの直径はCDと同じ $120(\text{mm})$ である。厚みはCDと同じ $1.2(\text{mm})$ である。ただし、DVDにおいては記録容量を増大させるために、 $0.6(\text{mm})$ のディスクを2枚貼り合わせることによって、両面を使って記録・再生が行える構成を採用している。一方、記録・読み出しに使われるレーザビームの中心波長 λ は $650 / 635(\text{nm})$ 、記録・読み出しに使われる対物レンズの開口数(NA)は 0.6 、トラックピッチは $0.74(\mu\text{m})$ 、最短ピット長 $0.4(\mu\text{m})$ 、最長ピット長 $2.13(\mu\text{m})$ である。このような仕様によって、片面4ギガバイト以上の記録容量を実現している。

【0005】ところで、上記仕様から判るように、DVDは、従来のCDに比べて、記録層の深さ、つまり基板の表面から反射記録層までの深さが約 $1/2$ で、最短ピット長およびトラックピッチも約 $1/2$ である。また、記録・読み出しに使われるレーザビームの中心波長 λ も、CDの場合の $780(\text{nm})$ に比べて大幅に短い。このため、従来のCDプレーヤーと同様な手法でフォーカスエラー信号を取得しようとしても困難な場合が多い。

【0006】すなわち、この種の光ディスクでは前述した反射記録層にピットの形で信号が記録される。この信号を光ディスクから読み出す場合、通常は、回転している光ディスクに対して対物レンズを介してレーザビームを照射し、この照射光が光ディスク内に形成されている反射記録層で反射した反射光を検出することによって記録信号を取得する。同時に、上記反射光の一部を用いてフォーカスエラーを検出し、このエラー信号を用いて対物レンズの焦点位置に反射記録層が位置するように対物レンズのフォーカシング制御が行われる。このフォーカシング制御の優劣は、対物レンズから反射記録層までの光学条件および使用するレーザビームの特性等によって左右される。

【0007】今まで知られているDVDプレーヤーでは、CDプレーヤーと同様な手法でフォーカシング制御が行われている。しかし、このような手法では、上述した光学条件によっては精度の高い制御が行えず、これが原因して再生信号のS/Nの低下やジッタの劣化を招くなどの問題があった。

【0008】一方、最近では、現在のDVDより記録容

量の大きい High Definition-DVDと呼ばれる高精細かつ高機能なものや、これより全ての点において上位に位置するSuper-DVDと呼ばれるものなどの開発が検討されている。これらのDVDを実現するには、レーザビームのスポット径を一層小さくする必要があり、そのためには記録再生に用いるレーザビームの短波長化と対物レンズの開口数(NA)の増大化とを図る必要がある。このうちレーザビームの短波長化は、発光素子の開発に困難が伴うものと予想される。このため、対物レンズの開口数(NA)の増大化によってスポットの小径化を実現する方向に進むものと予想される。

【0009】このような技術的展望に立ち、また規格に拘ることなく、精度の高いフォーカシング制御を実現でき、高精細高品質の記録再生信号を得る手法の出現が望まれている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明は、記録密度の大小に左右させずに、精度の高いフォーカシング制御の実現に寄与でき、記録再生信号の高品位化を図れ*

$$\frac{\lambda_0^2}{\{2 \cdot \Delta \lambda (n_2^2 - NA^2)^{0.5}\} \cdot NA^3} \leq h \leq \Delta W_c / \{f(n_2, \theta)\}$$

…(1)

ただし、 $\Delta W \leq \Delta W_c (= \lambda_0 / 14)$

また、上記目的を達成するために、本発明は、厚みがhの基板を2枚重ねた構造であって、少なくとも一方の基板には表面からの距離がほぼhの部分に信号ビットの形成される反射層が設けられた光ディスクに、レーザ光源から出た光を対物レンズを介して照射し、この照射によって上記光ディスク上で情報の記録あるいは再生を行うとともに、前記反射層から反射するレーザ光の一部を検知して得られる信号に基づいて前記対物レンズのフォーカスエラーを検出するように構成した光ディスク装置において、前記レーザ光の中心波長を入。、前記レーザ光の半値幅を $\Delta \lambda$ 、前記対物レンズの開口数をNA、前記基板材質の屈折率を n_2 、前記基板の傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値を $\Delta W_c (= \lambda_0 / 14)$ 及びその中の係数を $f(n_2, \theta)$ としたとき、前記厚みhが前記(1)式を満たしていることを特徴としている。

【0013】なお、前記レーザ光は、パワースペクトルの中心波長 λ_0 が410(nm)~420(nm)の範囲にあ

$$\Delta L = 2 \cdot n_1 \cdot h \cdot \cos \theta,$$

(2) また、スネルの法則より、

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

…(3) が成り立つ。

【0017】一方、レーザビームの可干渉距離 L_c は、

$$L_c = \lambda_0^2 / \Delta \lambda$$

(4) で示される。

【0018】したがって、もしも、光路差 ΔL が可干渉距離 L_c よりも短いときには、光ディスクの表面と内部

* る光ディスク及びこれを記録媒体として用いる光ディスク装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、厚みがhの基板を2枚重ねた構造であって、少なくとも一方の基板には表面からほぼ距離hの位置に信号ビットの形成される反射層を備え、レーザ光源から出た光が対物レンズを介して前記反射層に向けて照射されたときに情報の記録あるいは再生に寄与するとともに、前記反射層から反射レーザ光の一部を前記対物レンズのフォーカスエラー検出用に提供する光ディスクにおいて、前記レーザ光の中心波長を入。、前記レーザ光の半値幅を $\Delta \lambda$ 、前記対物レンズの開口数をNA、前記基板材質の屈折率を n_2 、前記基板の傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値を $\Delta W_c (= \lambda_0 / 14)$ 及びその中の係数を $f(n_2, \theta)$ としたとき、前記厚みhが下記の(1)式を満たしていることを特徴としている。

【0012】

$$\frac{\lambda_0^2}{\{2 \cdot \Delta \lambda (n_2^2 - NA^2)^{0.5}\} \cdot NA^3} \leq h \leq \Delta W_c / \{f(n_2, \theta)\}$$

※り、0.105(nm)程度以上の半値幅 $\Delta \lambda$ を備えていてよい。

【0014】本発明に係る光ディスク装置を例にとると、レーザ光源から出たレーザビームが対物レンズを通った後に光ディスクに照射される。この照射光のうちの一部は、光ディスクの表面で反射される。この光ディスクの表面で反射された反射光を U_1 とする。一方、残りの光は、光ディスクの表層部を形成している透明材層(基板)に入射した後に信号マークを形成している反射層で反射され、再び透明材層を通って光ディスクの表面から出射する。この出射光を U_2 とする。

【0015】ここで、入射光束の最大角度を θ_1 (ただし、 $\sin \theta_1 = \text{開口数} NA$)、空気の屈折率を n_1 、透明材層における屈折角度を θ_2 と、透明材層の屈折率を n_2 として、 U_1 と U_2 との光路差 ΔL を求めるとき、この光路差 ΔL は(2)式で示される。

【0016】

…

の反射層との間で光波の干渉が生じる。このような条件の場合、たとえば周方向あるいは半径方向に局部的に光

路差 ΔL が可干渉距離 L_c よりも短い部分が存在する、いわゆる厚みむらを持つ光ディスクの場合には、上述した干渉の影響で、フォーカスエラー信号が光ディスクの回転に同期して変動する。この結果、精度の高いフォーカシング制御ができなくなり、再生信号のS/N低下およびジッタの劣化を招くことになる。

【0019】このような干渉強度の変動がフォーカスエ*

$$I_r = \{4R \cdot \sin^2 \theta + \delta/2 \cdot I_i\} / \{(1-R)^2 + 4R \cdot \sin^2 \theta + \delta/2\} \dots \quad (5)$$

(5) 式において、 I_i は入射光強度、Rは空気(屈折率 n_1)と基板(屈折率 n_2)との境界面での反射率を示す。また、 δ は境界面での反射光 U_1 と情報記録面で※

$$\delta = (2\pi/\lambda_0) \cdot \Delta L = (4\pi n_2/\lambda_0) h \cdot \cos \theta_1 \dots \quad (6)$$

(2) 式より、(6) 式は、次のようになる。

$$\delta = (4\pi/\lambda_0) h \cdot (n_2^2 - n_1^2 \cdot \sin^2 \theta_1)^{0.5} \dots \quad (7)$$

(5) 式から、位相差 δ が0から π まで変化すると、干渉強度は0(暗)から最大(明)までの値をとることが☆20

$$\Delta h = \lambda_0 / \{4(n_2^2 - n_1^2 \cdot \sin^2 \theta_1)^{0.5}\} \dots \quad (8)$$

で与えられる。

【0023】(8)式の n_1 、 n_2 および θ_1 値として、それぞれ $n_1 = 1$ (空気)、 $n_2 = 1.5$ (基板材料)、 $\theta_1 = 0 \sim 36.9^\circ$ (DVD規格では $NA=0.6=\sin \theta_1$ であり、これより最大入射角が求まる)を代入すると、干渉縞明暗の周期 Δh の最小値および最大値は、それぞれ $\Delta h_{min} = \lambda_0 / 6$ 、 $\Delta h_{max} = \lambda_0 / 5.5$ となる。

【0024】たとえば、DVD規格によれば、使用レーザビームの中心波長 λ_0 は、 $\lambda_0 = 650 / 635(\text{nm})$ である。したがって、中心波長 $\lambda_0 = 635(\text{nm})$ のレーザビームを使用した場合には、 $\Delta h_{min} = 0.105(\mu\text{m})$ 、 $\Delta h_{max} = 0.115(\mu\text{m})$ となる。このように、 Δh_{min} と Δh_{max} との差は僅かに $0.01(\mu\text{m})$ である。このため、開口数 $NA=0.6$ の範囲内に存在する光束はほぼ同じ Δh (つまり基板の厚さむら)に対して、それらの干渉強度が変動する。このため、光ディスクの回転に伴って基板の厚みが変動すると、干渉縞は最大幅で明から暗へと変化し、その結果、フォーカスエラー信号も変動することになる。

【0025】しかし、この発明では、使用するレーザビ◆

$$\Delta W \propto f(n_2, \theta) \cdot h \cdot NA^3 \dots \quad (9)$$

で与えられる。ただし、コマ収差 ΔW の基準値を ΔW_c * * とすると、

$$\Delta W \leq \Delta W_c$$

の関係がある。

【0028】(9)式から判るように、コマ収差 ΔW は、

* ラー信号へ及ぼす影響についてさらに詳しく説明する。光ディスクの表面と内部の反射層との間で光波が多重反射および干渉したとき、屈折率 n_1 の基板より屈折率 n_2 の空気側に出射する全光束の強度 I_r は次式で示される。

【0020】

※ある反射層での反射光 U_1 との位相差に関係し、次の式で与えられる。

【0021】

$$\delta = (2\pi/\lambda_0) \cdot \Delta L = (4\pi n_2/\lambda_0) h \cdot \cos \theta_1 \dots \quad (6)$$

★ ★ 【0022】

$$\delta = (4\pi/\lambda_0) h \cdot (n_2^2 - n_1^2 \cdot \sin^2 \theta_1)^{0.5} \dots \quad (7)$$

(5) 式から、位相差 δ が0から π まで変化すると、干渉強度は0(暗)から最大(明)までの値をとることが☆20

$$\Delta h = \lambda_0 / \{4(n_2^2 - n_1^2 \cdot \sin^2 \theta_1)^{0.5}\} \dots \quad (8)$$

◆ームの中心波長 λ_0 、半値幅 $\Delta \lambda$ 、基板材質の屈折率 n_2 、対物レンズの開口数 NA と厚み h との間に(1)式が成立する関係に厚み h を設定しているので、光路差 ΔL よりも可干渉距離 L_c を短くできる。この結果、光ディスクの表面と内部の反射層との間での光波の多重干渉を防止できるので、フォーカスエラーを精度よく検出することができ、精度の高いフォーカシング制御が可能となり、再生信号のS/N低下およびジッタの劣化を防止することができる。

【0026】また、この発明では、光ディスクの傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値 ΔW_c (= $\lambda_0 / 14 = 0.07\lambda_0$)、マレシャル評価基準値(Marechal Criterion)、その中の係数 $f(n_2, \theta)$ 、対物レンズの開口数 NA と厚み h との間に(1)式が成立する関係に厚み h を設定しているので、開口数 NA を増加させてレーザビームのスポット径を小さくし、これによって記録密度を上げようとしたときに起こるコマ収差の増加を抑えることができる。

【0027】すなわち、光ディスクが θ だけ傾いたとき、対物レンズを構成している光学系に生じるコマ収差 ΔW は、

$$\dots \quad (9)$$

$$\dots \quad (10)$$

厚み h 及び開口数 NA の3乗に比例する。なお、コマ収差 ΔW は、50およびMarechal Criterionについては、“尾上守夫監

修、村山登、小出博、山田和作、國兼眞共著「光ディスク技術」株式会社ラジオ技術社、平成2年4月10日3版発行、54頁～55頁、63頁”参照。

【0029】しかし、この発明では、(1)式を満たすように、厚み h を設定しているので、「コマ収差の低減」と「非干渉の条件」とを両立させ、なおかつ「ビームスポット径の縮小化、つまり高NA化」を図ることができる。

【0030】一例として、記録・再生において用いるレーザ光の中心波長を $\lambda_0 = 410\text{nm}$ 、レーザ光の半値幅を $\Delta\lambda = 0.2\text{nm}$ 、基板材質の屈折率を $n_1 = 1.5$ とし、対物レンズの開口数NAを0.6から0.75に増加させた場合を考えてみる。

【0031】上記条件を(1)式に代入すると、厚み h は $h = 0.32\text{mm}$ となる。つまり、DVD規格で規定されている厚み0.6mmの約1/2となる。一方、コマ収差の増加率は、 $(0.32/0.6) \times (0.75/0.6)^2 = 1$ となる。

【0032】のことから判るように、本発明を採用することによって、ビームスポット径を25%小さくでき、しかも光ディスクの傾きによるコマ収差の増加を抑えることができ、そのうえ非干渉の条件を満足させることができることになる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら発明の実施形態を説明する。図1には本発明の一実施形態に係る光ディスク装置、ここにはDVDプレーヤが示されている。

【0034】符号100は光ディスクとしてのDVDを示している。このDVD100は、具体的には、図2および図3に示すように形成されている。すなわち、DVD100は、ディスク状に形成された厚さ $h = 0.32\text{mm}$ の第1および第2の情報記録部材101、102を貼り合わせて全体の厚みが約0.64mmあるいは中間物を介在させて全体の厚みが約1.2mmに形成されている。第1および第2の情報記録部材101、102は、それぞれ透光性基板103、104を備えている。これら透光性基板103、104の背面には、圧縮動画像情報などの記録情報に対応するピットを持つとともに光を反射させる反射層105、106が被着されている。これら反射層105、106の上には、該反射層の酸化を防止のための保護層107、108がそれぞれ設けられている。そして、第1および第2の情報記録部材101、102は、保護層107と108との間に介挿された熱硬化性の接着剤からなる接着層109によって貼り合わされている。なお、DVD100の中央にはクランピングのためのクランピング用孔110が設けられており、その周囲にはクランピングゾーン111が設けられている。

【0035】DVD100を構成している各部の材質について説明すると、透光性基板103、104はポリカ

ーポネイトまたはポリカーボネイトあるいはPMMA(ポリメチルメタクリレート)を含む樹脂によって作られている。これらの屈折率 n_2 はほぼ1.5である。反射層105、106は、アルミニウム薄膜で形成されている。保護層107、108は、光硬化性樹脂(紫外線硬化樹脂)により形成されている。接着層109はホットメルト接着剤(熱可塑性樹脂接着剤)、たとえばポリビニルエーテルバラン系の材料からなる。

【0036】図1に示される光ディスク装置では、DVD100がテーパコーン200にチャッキングされた状態でスピンドルモータ201によって、たとえば1350(rpm)の回転数で回転される。スピンドルモータ201は、スピンドルモータ駆動回路202により駆動される。

【0037】一方、記録・再生光学系は次のように構成されている。すなわち、DVD100の片方の面に対向させて対物レンズ203が配置されている。この対物レンズ203は、開口数NAが0.75で、フォーカスコイル204によって光軸方向に、またトラッキングコイル205によってトラック幅方向に移動制御される。対物レンズ203に対向する位置には、半導体レーザダイオード(以後、LDと略記する)206が対物レンズ203と一緒に移動可能に配置されている。このLD206は、パワースペクトルの中心波長 λ_0 が410nm～420nmの範囲、この例では図7に示すように中心波長 λ_0 が410nmで、半値幅 $\Delta\lambda$ が0.105nm程度以上、この例では図7に示すように半値幅 $\Delta\lambda$ が0.2nmのレーザビームを送出する。なお、このLD206はLDドライバ207によって付勢される。

【0038】LD206から射出されたレーザビームは、コリメートレンズ208で平行光束に変換された後、偏光ビームスプリッタ209に入射する。LD206から射出したレーザビームは一般に楕円のファーフィールドパターンを有しているので、円形のパターンが必要な場合はコリメートレンズ208の後に図示しないビーム整形プリズムを配置すればよい。

【0039】偏光ビームスプリッタ209を通過したレーザビームは、対物レンズ203によって絞られ、図3および図4に示すように、DVD100の透光性基板103または104に入射する。

【0040】ここで、第1および第2の情報記録部材101、102の厚み h は、レーザ光の中心波長 λ_0 、レーザ光の半値幅 $\Delta\lambda$ 、対物レンズ203の開口数NA、透光性基板103、104の屈折率 n_2 、DVD100の傾き θ により発生するコマ収差 ΔW の基準値を ΔW_c (= $\lambda_0 / 14$)、その中の係数 $f(n_2, \theta)$ に対して、前記(1)式を満たす値、この例では $h = 0.32\text{mm}$ に設定されている。

【0041】再生時、対物レンズ203を介してDVD100の透光性基板104(103)に入射したレーザ

ビームは、反射層106(105)上に微小なビームスポットとして集束される。そして、反射層106(105)からの反射光は、対物レンズ203内を入射光とは逆方向に通過した後、偏光ビームスプリッタ209で反射され、集光レンズ211およびシリンドリカルレンズ212などの検出光学系を経て光検出器213に入射する。

【0042】光検出器213は、図5に示すように、同一平面上に配置された4つの光検出素子214a～214dで構成されている。この光検出器213の4つの検出出力はアンプと加減算器などを含むアンプアレー215に入力され、ここでフォーカスエラー信号F、トラッキングエラー信号Tおよび再生信号Sが生成される。

【0043】なお、トラッキングエラー信号Tは、公知のブッシュブル法と呼ばれる手法によって求められる。また、フォーカスエラー信号Fは、公知の非点収差法で求められる。この非点収差法では、図5に示す光検出素子のうちの対角線上に位置する光検出素子214aの出力Iaと光検出素子214bの出力Ibとを加算し、この加算信号から、光検出素子214cの出力Icと光検出素子214dの出力Idとを加算した信号を減算し、この減算信号からフォーカスエラー信号を得るようにしている。

【0044】フォーカスエラー信号Fおよびトラッキングエラー信号Tは、サーボコントローラ216を経由してフォーカスコイル204およびトラッキングコイル205にそれぞれ供給される。これにより、対物レンズ203が光軸方向およびトラック幅方向に移動制御され、DVD100の記録面である反射層106(105)に対する光ビームのフォーカシングと、目標トラックに対するトラッキングとが行われる。

【0045】一方、アンプアレー215からの再生信号Sは信号処理回路217に入力され、ここで波形等化および2値化処理が施される。2値化処理では、波形等化後の再生信号をPLL(位同期回路)とデータ識別回路とに導き、PLLによって再生信号からDVD100に情報を記録したときの基本クロックであるチャネルクロックを抽出する。そして、チャネルクロックに基づいて再生信号の「0」、「1」を識別することにより、DVD100に記録されている情報のデータ識別を行い、データパルスを得る。すなわち、チャネルクロックの立ち上がりまたは立ち下がりのタイミングを基準とする所定の時間幅(検出窓幅またはウインドウ幅という)内で波形等化後の再生信号を適当なしきい値と比較することにより、データ識別を行う。

【0046】こうして信号処理回路217から検出されたデータパルスはディスクコントローラ218に入力され、フォーマットの解読、エラー訂正などが行われた後、動画像情報のビットストリームとしてMPEG2デコーダ/コントローラ219に入力される。DVD10

0には、MPEG2の規格に従って動画像情報を圧縮符号化したデータが反射層105、106上のピットパターンとして記録されている。そこで、MPEG2デコーダ/コントローラ219は、入力されたビットストリームを復号(伸長)して、元の動画像情報を再生する。

【0047】再生された動画像情報はビデオ信号発生回路220に入力され、ブランкиング信号などが付加されることにより、NTSCフォーマットなどの所定のテレビジョンフォーマットのビデオ信号とされ、図示しないディスプレイにより表示される。

【0048】先に説明したように、このDVD用の光ディスク装置では、第1および第2の情報記録部材101、102の厚みhを、(1)式の条件を満たす値に設定しているので、(2)式で示される光路差 ΔL に対して、(4)式で示される可干渉距離 L_c を短くでき、DVD100の表面と内部の反射層105(106)との間で光波の干渉が生じるのを防止できる。このため、対物レンズ203のフォーカス方向変位 ΔZ に対して、図6に示すように直線的に変化するフォーカスエラー信号を取得することができ、この結果、精度の高いフォーカシング制御が可能となり、再生信号のS/N低下およびジッタの劣化を防止することができる。

【0049】また、第1および第2の情報記録部材101、102の厚みhを、(1)式の条件を満たす値に設定しているので、記録密度を上げるために対物レンズ203の開口数NAを大きくしてレーザビームのスポット径を小さくしようとしたときには、厚みhを必然的に小さな値にする必要がある。この結果、開口数NAの増加によるコマ収差の増加割合を厚みhを薄くすることによって十分に抑制することができ、結局、「コマ収差の低減」と「非干渉の条件」とを両立させ、なおかつ「ビームスポット径の縮小化、つまり高NA化」を実現することができる。

【0050】なお、上記例においては、光ディスクの一例としてDVDプレーヤーを示したが、プログラムやコンピュータ用データ等を記録・再生するためのROM(DVD-ROM)やRAM(DVD-RAM)等にも適用できる。また、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々変形して実施できることは勿論である。

【0051】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、コマ収差の低減と非干渉の条件とを両立させ、なおかつビームスポット径の縮小化、つまり高NA化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る光ディスク装置のブロック構成図

【図2】図1に示す装置において記録媒体として使用されるDVDの斜視図

11

【図3】図2に示されるDVDの断面を局部的に示す図
 【図4】図1に示される装置の光学系統を取り出して示す図

【図5】図4に示される光学系統に組み込まれてフォーカス信号の取得に供される光センサの正面図

【図6】図1に示される装置において検出されるフォーカスエラー信号を示す図

【図7】同光ディスク装置で使用しているレーザダイオードのパワースペクトルの一例を示す図

【符号の説明】

100…ディジタル・ヴァーサタル・ディスク(DVD)

D)

101, 102…情報記録部材

103, 104…透光性基板

105, 106…反射層

107, 108…保護層

109…接着層

201…スピンドルモータ

* 202…スピンドルモータ駆動回路

203…対物レンズ

204…フォーカスコイル

205…トラッキングコイル

206…レーザダイオード(LD)

207…LDドライバ

208…コリメートレンズ

209…偏光ビームスプリッタ

210…入射光束

10 212…シリンドリカルレンズ

213…光検出器

214a～214d…光検出素子

215…アンプアレー

216…サーボコントローラ

217…信号処理回路

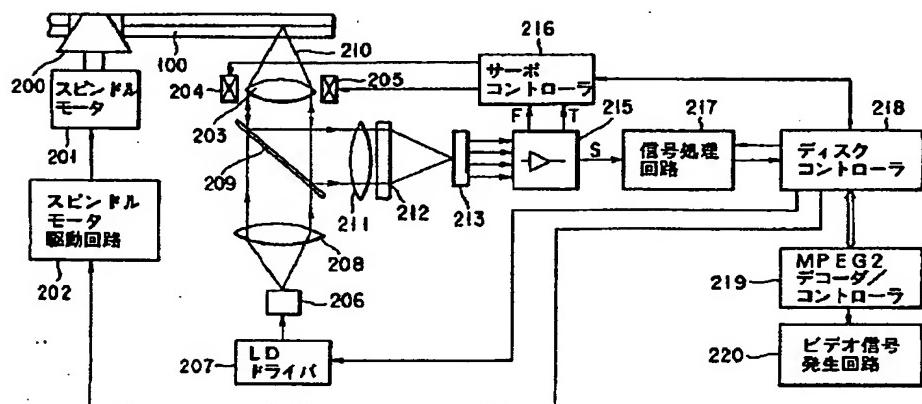
218…ディスクコントローラ

219…MPEG2デコーダ/コントローラ

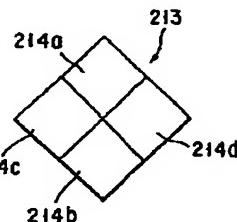
220…ビデオ信号発生回路

* 220…ビデオ信号発生回路

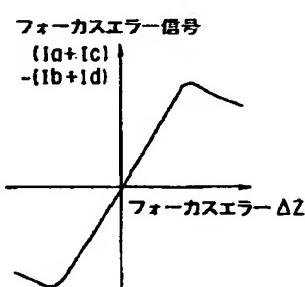
【図1】



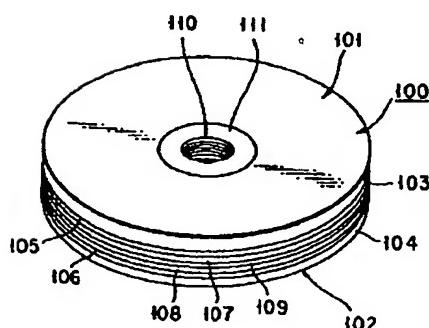
【図5】



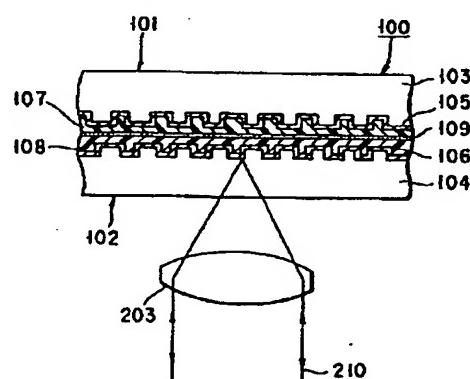
【図6】



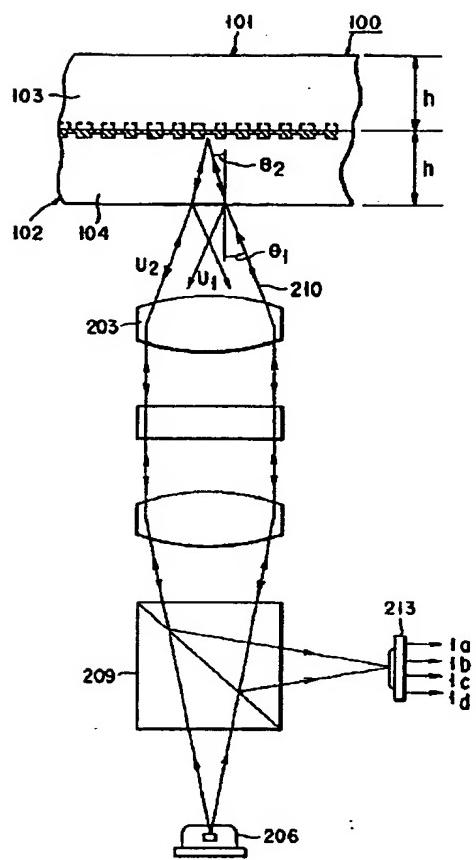
【図2】



【図3】



【図4】



【図7】

